

Farklı Çözücülerle Ekstrakte Edilen *Papaver somniferum* L. Çeşitlerinin Antioksidan ve Fenolik Madde Miktarlarının Belirlenmesi

Abayhan BURAN^{1*}, Aykut TOPDEMİR¹ ve Rabia ÖZTÜRK¹

¹Biyomühendislik Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Fırat Üniversitesi, Türkiye

*(a.buran@firat.edu.tr)

Özet – Haşhaş, insanlığın çok uzun dönemlerinden beri gerek gıdasal gerek tıbbi olarak önemli bir yere sahip olmuştur. Bu çalışmada sarı ve mavi renklerdeki haşhaş (*Papaver somniferum* L.) tohumlarının farklı çözücüler kullanılarak toplam fenolik madde miktarı ve toplam antioksidan kapasitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan sarı ve mavi haşhaş tohumları satın alım yoluyla elde edilmiştir. Bu amaçla çözücü olarak etanol, metanol, saf su ve aseton kullanılmıştır. Sarı, mavi ve karışım (%50) olarak gruplandırılan tohumlar, çözücüler ile muamele edilerek ekstrakte edilmiş ve toplam fenolik madde miktarı ile toplam antioksidan kapasiteleri belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı tayininde Folin-Ciocalteu metodu kullanılmıştır. Ekstraktların toplam antioksidan aktivitesini belirlemek amacıyla sarı, karışım ve mavi haşhaş gruplarının radikal kasyon yakalama kabiliyetleri temel alınmıştır. En yüksek fenolik madde miktarı $21,92 \pm 0,69$ mg GAE/g ile sarı haşhaşın etanol ekstraktından; en yüksek antioksidan kapasite ise $1,55 \pm 0,07$ mmol TEAC/g ile mavi haşhaşın saf su ekstraktından elde edilmiştir. En düşük fenolik madde miktarı $10,71 \pm 0,47$ mg GAE/g ile sarı haşhaşın aseton ekstraktından; en düşük antioksidan kapasite miktarı ise $0,33 \pm 0,1$ mmol TEAC/g ile mavi haşhaşın aseton ekstraktından elde edilmiştir. Sarı, mavi ve karışım gruplarının tamamı için en yüksek fenolik madde miktarını sağlayan çözücü etanol çözücüsü olmuştur. Toplam antioksidan kapasiteye bakıldığında karışım ve mavi grupları için en yüksek antioksidan kapasite saf su çözücüsü ile sağlanmıştır. Sarı grubunda ise en yüksek antioksidan kapasite, saf su ile sağlanan miktardan çok farklı olmamakla birlikte, etanol çözücüsü ile sağlanmıştır. Grupların ve çözücülerin kıyaslanması için sonuçlar karşılaştırmalı grafikler ile de gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler – *Papaver somniferum*, haşhaş, fenolik, antioksidan, ekstraksiyon

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun yaratılışından beri bitkiler, insanoğlunun en önemli gereksinimlerini oluştururlar. Bitkiler, insan vücudunun yaşamının devam ettirilebilmesi için beslenme ihtiyacının yanı sıra birçok hastalığın iyileştirilmesi açısından da büyük bir öneme sahiptirler [1].

İnsan vücudunun bütün hücrelerinde biyolojik ve kimyasal süreçlerin neticesinde oksidatif stres oluşmakta ve bu duruma bağlı olarakta serbest radikaller meydana gelmektedir. Yaşanılan süre boyunca insan vücudunda, yaşın ilerleyişine bağlı olarak serbest radikaller artar ve bu artış sonucunda birçok hastalık meydana gelir [2]. İnsanoğlunun hücrelerinde, serbest radikallere bağlı olarak

meydana gelebilecek oksidasyonu elimine etmek için antioksidanlar en büyük etkindir [3]. Bitkilerin antioksidan özelliğinin en büyük önemi fenolik bileşikler ve flavonoid bileşikler içermeleridir [4]. Flavonoidler, bütün damarlı bitkilerde sıkça görülen fenolik bileşiklerdir ve bitki hücrelerinin fotosentez yapan bölümlerinde aktif bir rola sahiptirler. Polifenol yapıya sahip olup, bitkinin bütün kısımlarında bulunurlar. Tıbbi ve aromatik bitkilerin glikozit ve serbest formları şeklinde bulunurlar [5].

Bu özelliklere sahip bitkilerden en önemlisi olan haşhaş (*P. somniferum* L.) çok uzun yıllardan beri insanoğlunun yaşamında önemli bir yer edinmiştir. Gerek tıbbi ve süs bitkisi olarak, gerekse

tohumundan elde edilen yağlardan dolayı haşhaş bitkisi büyük bir öneme sahiptir. Yapılan çok önceki deneylere bakıldığında haşhaş bitkisi hem yatıştırıcı hem de anestezi uygulamalarında, tıp bilimi açısından birçok fayda sağlamıştır [6]. Bu bitkinin içeriğinde, kırkın üzerinde çeşitli alkaloid mevcuttur. Haşhaş bitkisinin 5 temel alkaloidi vardır. Bunlar; morfin, tebain, noskabin, kodein ve son olarak da papaverindir. Bu alkaloidlerin en etkili olanı morfin olup, tabii sakinleştiricilerdendir. Öksürüğün giderilmesinde kodein ile noskabin uygulanırken, kas gerginliğinin giderilmesinde de papaverin kullanılır. Tabii yönden kullanılmayan tebain ise ilaç sanayisinde sakinleştirici haline getirilir [7].

Yağ açısından büyük bir öneme sahip olan haşhaş bitkisinin tohumları, bulunduğu bölgenin şartlarına (sıcaklık, nem, ışık vs.) bağlı olarak %28-%53 aralığındadır. Bu bitkinin yağında bulunan linoleik asit, %53-%74 aralığında olup en etkili yağ asididir. Haşhaş (*P. somniferum* L.) bitkinin yağını sağlık açısından önemli kılan en önemli bileşenler ise, tokoferoller, fitosteroller ve fenolik bileşiklerdir [8]. Mavi haşhaş tohumu ve sarı haşhaş tohumu türleri, Anadolu bölgesinde üretimi yoğun olan türlerdir. Belli bir bölümü açık pazarda satılırken, arta kalan bölüm ise yetiştiricinin gereksinimleri için bırakılır [9].

Yapılan bu çalışmada etanol, metanol, saf su ve aseton çözücüler ile ticari amaçlı satılan sarı haşhaş ve mavi haşhaş tohumlarının toplam fenolik madde miktarları ile toplam antioksidan kapasiteleri belirlenmiş ve çözücülerin kıyaslanabilmesi amaçlanmıştır.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

A. Materyal

Çalışmada kullanılan sarı ve mavi haşhaş (*P. somniferum*) tohumları satın alım yoluyla elde edilmiştir. Gıda ürünü olarak kullanılmak üzere piyasada çeşitli miktarlarda birçok marka tarafından satılmaktadır. Elde edilen haşhaşlar 48 saat boyunca 55 °C'de nem giderme amacıyla etüve bırakılmıştır. Çözücü olarak etanol, metanol, saf su ve %80'lik aseton-su (v/v) çözeltisi kullanılmıştır. Çözücüler eklenmeden önce sarı ve mavi haşhaşlar bir havan yardımıyla dövülmek suretiyle parçalanmıştır. 0.1 g kuru haşhaş için 4 mL çözücü eklenmiştir. Sarı haşhaş, mavi haşhaş ve karışım (%50, w/w) olmak

üzere 3 grup oluşturulmuş ve her grup için çözücüler ilave edildikten sonra 4 °C'de 72 saat bekletilmiştir.

B. Kullanılan Çözeltiler

%2'lik AlCl₃ çözeltisi (50/50 Metanol/Glasiyel Asetik Asit, v/v), %7.5'lik Na₂CO₃ çözeltisi, 7 mmol/L ABTS stok çözeltisi, 50 mmol/L fosfat tamponu çözeltisi ve 10 kat seyreltilmiş 2 N Folin-Ciocalteu çözeltisi kullanılmıştır. ABTS stok çözeltisinin en az 16 saat karanlık ortamda bekletilmesi sağlanmıştır. Daha sonra analizler esnasında gerekli miktarda seyreltilerek kullanılmıştır. Kalibrasyon grafiklerinin oluşturulması için gallik asit stok çözeltisi (0,5 mg/mL) ve troloks stok çözeltisi (0.4 mmol/L) hazırlanmıştır.

C. Kalibrasyon Grafiklerinin Hazırlanması

Daha önce hazırlanan stok çözeltiler farklı konsantrasyonlara seyreltilerek kalibrasyon grafiği için kullanılmıştır. Gallik asit stok çözeltisinin 0.1-0.2-0.3-0.4-0.5 mg/ml konsantrasyonlarına seyreltilmesiyle okunan absorbans değerleriyle kalibrasyon grafiği ve denklemi elde edilmiştir. Elde edilen bu denklem toplam fenolik madde miktarı hesaplamalarının yapılmasında kullanılmıştır. Troloks stok çözeltisinin 0.05-0.1-0.2-0.3-0.4 mmol/L konsantrasyonlarına seyreltilmesiyle okunan absorbans değerleriyle kalibrasyon grafiği ve denklemi elde edilmiştir. Bu denklem ise toplam antioksidan aktivite hesaplamalarının yapılmasında kullanılmıştır.

D. Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini

Farklı çözücüler kullanılarak hazırlanan ekstraktlarla yapılacak toplam fenolik madde miktarı tayininde Folin-Ciocalteu metodu kullanılmıştır [10]. Bu metod uygulanırken 300 µL örnek ekstraktı ile 1,5 mL 2 N Folin-Ciocalteu reaktifi bir cam tüpün içerisinde iyice karıştırılmıştır. Karıştırma işlemi tamamlandıktan sonra 1.2 mL %7.5'lik Na₂CO₃ çözeltisi eklenmiş ve 25 °C sıcaklıkta yaklaşık 90 dakika boyunca ışık almayan karanlık bir ortamda bekletilmiştir. Bekleme süresinin sonunda örnekler 765 nm dalga boyunda saf suya karşı spektrofotometrede okunmuştur. Elde edilen absorbanslar gallik asit kalibrasyon eğrisinden elde edilen denklem ile birlikte hesaplamalarda kullanılmıştır. Sonuçlar Gallik Asit Eşdeğeri (GAE) olarak elde edilmiştir.

E. Toplam Antioksidan Kapasite Tayini

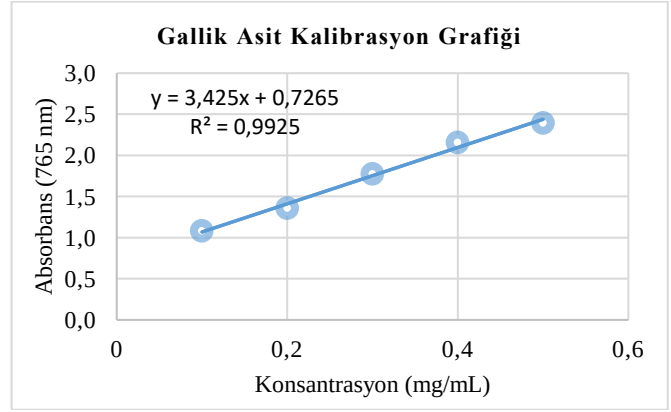
Ekstraktların toplam antioksidan aktivitesini belirlemek amacıyla sarı, karışım ve mavi haşhaş gruplarının radikal kasyon yakalama kabiliyetleri temel alınmıştır. ABTS koyu mavi renkli bir çözeltilidir. Persülfat ile oksidasyonu ABTS•+ radikalinin oluşumunu sağlamaktadır. Ekstraktların eklenmesiyle koyu mavi renkte görülen açılma antioksidan aktivite varlığı olarak nitelendirilmektedir [11]. ABTS stok çözeltisinin absorbansı 765 nm dalga boyunda yaklaşık 0.7 olana kadar fosfat tamponu yardımıyla seyreltilmiştir. Daha sonra 1900 µL seyreltilmiş ABTS çözeltisi ile haşhaş gruplarından farklı çözücülerle elde edilen 100 µL ekstraktlar karıştırılarak 6. dakikanın sonunda absorbansları 765 nm dalga boyunda okunmuştur. Okunan bu absorbanslar troloks kalibrasyon grafiğinden elde edilen denklem yardımıyla toplam antioksidan aktivite hesaplamalarında kullanılmıştır. Sonuçlar Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite (TEAC) olarak elde edilmiştir.

III. BULGULAR

Çalışmalarda elde edilen sonuçlar toplam fenolik madde miktarı için mg/g GAE, toplam antioksidan kapasite için mmol/g TEAC olarak ifade edilmiştir. Analizler 3 tekrarlı olarak yapılmış ve sonuçlar Excel yardımıyla standart sapmaları belirlenmiş ve sonuçlarla birlikte verilmiştir. Kullanılan 4 farklı çözücünün kıyaslanabilmesi adına sonuçlar karşılaştırmalı grafiklerle gösterilmiştir.

A. Toplam Fenolik Madde Miktarı

Oluşturulan grupların farklı çözücülerle elde edilen ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı hesaplanırken gallik asidin 5 farklı konsantrasyonuyla oluşturulan gallik asit kalibrasyon grafiği ve doğru denkleminden (Şekil 1) yararlanılmıştır. Analizler sırasında okunan absorbanslar bu denklemde yerine yazılarak sonuçlar GAE olarak ifade edilmiştir.



Şekil 1. Gallik Asit Kalibrasyon Eğrisi

Sarı, Karışım (%50) ve Mavi olarak kodlanan 3 farklı grup için etanol, metanol, saf su ve aseton çözücülerıyla elde edilen toplam fenolik madde miktarları mg GAE/g olarak Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Toplam Fenolik Madde Miktarları (mg GAE/g)

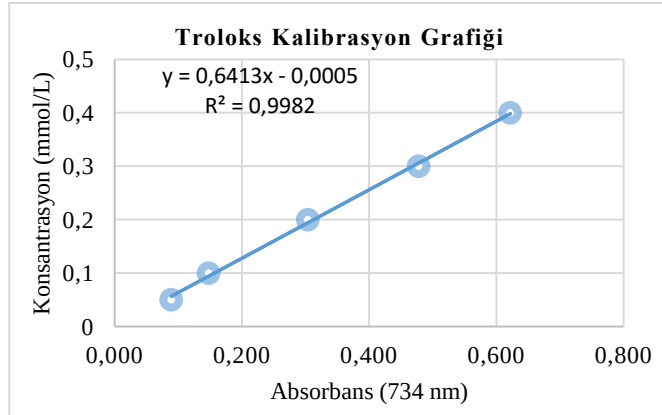
Grup	Etanol	Metanol	Saf Su	Aseton
Sarı	21,92±0,69	15,3±0,81	14,58±0,75	10,71±0,47
Karışım	18,35±0,62	13,10±0,60	12,24±0,96	11,34±0,79
Mavi	18,32±0,73	10,71±0,50	11,91±0,59	11,75±0,63

Tablo 1'deki sonuçlara göre sarı haşhaş için en yüksek fenolik madde miktarı 21,92±0,69 mg GAE/g olarak etanol ile elde edilen ekstraktlarda görülmüştür. En düşük fenolik madde miktarı ise 10,71±0,47 mg GAE/g olarak aseton ile edilen ekstraktlarda görülmüştür. Karışım grubuna bakıldığında en yüksek fenolik madde miktarı 18,35±0,62 mg GAE/g olarak etanol ile elde edilen ekstraktlarda görülmüştür. En düşük fenolik madde miktarı ise 11,34±0,79 mg GAE/g olarak aseton ile elde edilen ekstraktlarda görülmüştür. Mavi grubunda ise en yüksek fenolik madde miktarı 18,32±0,73 mg GAE/g olarak etanol ile elde edilen ekstraktlarda görülürken en düşük fenolik madde miktarı ise diğer grupların aksine 10,71±0,50 mg GAE/g olarak metanol ile elde edilen ekstraktlarda görülmüştür.

B. Toplam Antioksidan Kapasite

Çalışmadaki grupların farklı çözücülerle elde edilen ekstraktlarının toplam antioksidan kapasitesi hesaplanırken troloksun 5 farklı konsantrasyonuyla oluşturulan troloks kalibrasyon grafiği ve doğru denkleminden (Şekil 2) yararlanılmıştır. Analizler

sırasında okunan absorbanslar bu denklemde yerine yazılarak sonuçlar TEAC olarak ifade edilmiştir.



Şekil 2. Troloks Kalibrasyon Grafiği

Sarı, Karışım (%50) ve Mavi olarak kodlanan 3 farklı grup için etanol, metanol, saf su ve aseton çözücülerile elde edilen toplam antioksidan kapasite miktarları mmol TEAC/g olarak Tablo 2'de gösterilmiştir.

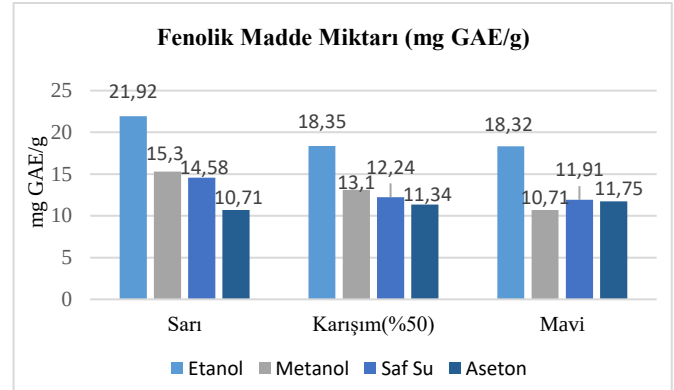
Tablo 2. Toplam Antioksidan Kapasite Miktarı (mmol TEAC/g)

Grup	Etanol	Metanol	Saf Su	Aseton
Sarı	1,47±0,1	0,51±0,05	1,44±0,04	0,79±0,14
Karışım	1,24±0,04	0,68±0,04	1,39±0,12	0,44±0,05
Mavi	1,12±0,1	0,97±0,15	1,55±0,07	0,33±0,1

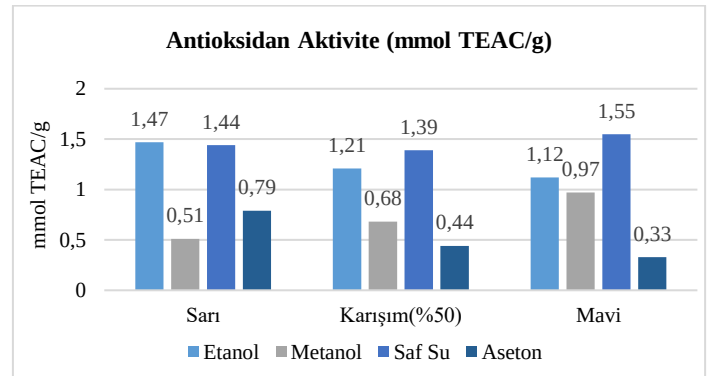
Tablo 2'deki sonuçlara bakıldığında sarı haşhaş için en yüksek antioksidan aktivite miktarı 1,47±0,1 mmol TEAC/g olarak etanol ile elde edilen ekstraktlarda görülmüştür. En düşük antioksidan kapasite miktarı ise 0,51±0,05 mmol TEAC/g olarak metanol ile edilen ekstraktlarda görülmüştür. Karışım grubuna bakıldığında en yüksek antioksidan kapasite miktarı 1,39±0,12 mmol TEAC/g olarak saf su ile elde edilen ekstraktlarda görülmüştür. En düşük antioksidan kapasite miktarı ise 0,44±0,05 mmol TEAC/g olarak aseton ile elde edilen ekstraktlarda görülmüştür. Mavi haşhaş grubunda ise en yüksek antioksidan kapasite miktarı 1,55±0,07 mmol TEAC/g olarak saf su ile elde edilen ekstraktlarda görülürken en düşük antioksidan kapasite miktarı ise karışım grubuna benzer bir şekilde 0,33±0,1 mmol TEAC/g olarak aseton ile elde edilen ekstraktlarda görülmüştür.

Çözücülerin kıyaslanabilmesi amacıyla sarı, karışım ve mavi gruplarının etanol, metanol, saf su ve aseton ekstraktlarından elde edilen toplam fenolik madde miktarı ve toplam antioksidan

kapasite miktarlarının karşılaştırmalı grafikleri Şekil 3 ve Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Toplam Fenolik Madde Miktarı için Çözücülerin Karşılaştırmalı Grafiği



Şekil 4. Toplam Antioksidan Kapasite için Çözücülerin Karşılaştırmalı Grafiği

IV. TARTIŞMA

Fenolik bileşiklerin yağların antioksidan kapasitesine katkısının önemi oldukça iyi bilinmekle birlikte, tohumların ihtiva ettikleri toplam fenolik madde içeriği ile yağların oksidatif kararlılığı arasında bir bağlantı sağlanamamıştır [12]. Bu bağlantının kurulamaması antioksidan aktivitenin sadece toplam fenolik madde içeriğine bağlı olmadığı, bununla birlikte yağda bulunan fenolik bileşiklerin çeşitleriyle de alakadar olduğu sonucuna çıkmaktadır [13].

Abudak [14], yaptığı tez çalışmasında farklı renklerdeki *P. somniferum* L. tohumlarının yağ asidi dağılımının biyoaktif bileşenlerinin belirlenmesini amaçlamıştır. Yaptığı bu çalışma sonucunda farklı renklerdeki haşhaş tohumu yağlarının toplam fenolik madde miktarlarının 2,617 (TMO-T) – 2,916 (Ofis 96) GAE mg/mL, antioksidan aktivite değerlerinin %56,50 (TMO-1) - % 87,30 (Ofis 96) arasında ve E vitamini (α -tokoferol) içeriğinin ise

29,4 (TMO-T) - 54,0 (Ofis 95) mg/kg aralığında olduğunu bildirmiştir.

Bozan ve Temelli [12], yaptıkları bir çalışmada farklı bölgelere ait haşhaş tohumunun serbest ve esterleşmiş formdaki fenolik bileşik miktarını incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre tohumun serbest haldeki fenolik madde miktarını 229 mg/100 g ve esterleşmiş formdaki fenolik madde miktarını ise 701 mg/100 g olduğunu bildirmişlerdir.

Fruhwirth ve arkadaşları [15], yapmış oldukları bir çalışmada mavi, gri ve beyaz renkli haşhaş tohumlarına ait yağların antioksidan ve fenolik madde içeriklerini $\mu\text{mol/g}$ yağ olarak Trolox eşdeğeri cinsinden hesaplamışlardır. Farklı renkli haşhaş tohumu çeşitlerine ait yağların toplam fenolik içeriklerinin mavi renkteki haşhaş tohumu için 0,36 $\mu\text{mol TE/g}$, gri renkli haşhaş tohumu için 0,37 $\mu\text{mol TE/g}$ ve beyaz renkli haşhaş tohumu için ise 0,45 $\mu\text{mol TE/g}$ olarak hesaplandığı bildirilmiştir. Gevenkiriş [16], yapmış olduğu bir çalışmada beyaz, sarı ve mavi renkli *P. somniferum* tohumlarının toplam fenolik miktarını hesaplamıştır. Elde edilen sonuçlara göre beyaz renkteki haşhaş tohumu için 4,44 mg/g, sarı renkteki haşhaş tohumu için 3,05 mg/g ve beyaz renkteki haşhaş tohumu için 3,67 mg/g fenolik madde miktarı bulunduğunu tohum kuru maddesi üzerinden bildirmiştir.

P. somniferum L. tohumlarının metanol çözücüsü ile ekstrakte edildiği farklı bir çalışmada haşhaş tohumlarının in vitro antioksidan kapasitesi 224.56 ± 17.27 mg/ml olarak belirtilmiştir [17]. Samshuddin ve arkadaşları [18], %80 aseton ve metanol çözücülerinin kullanıldığı bir çalışmada *P. somniferum* tohumlarının toplam fenolik ve toplam antioksidan kapasitesini sırasıyla 0.56 ± 0.06 mg GAE/g ve 33.16 ± 2.12 mg AAE/g olarak bildirmişlerdir. Yapılan farklı bir çalışmada, farklı ülkelerde yetişen haşhaş tohumlarının ekstrakte edilmesiyle elde edilen yağ içeriklerinin toplam fenolik madde miktarı kloroform/metanol ekstraktı için 48.5 ± 3.0 mg GAE/100 g ve aseton ekstraktı için 0.56 ± 0.06 mg GAE/kg, antioksidan aktiviteleriye kloroform/metanol ekstraktı için $\%44.7 \pm 1.5$ ve aseton ekstraktı için de 33.16 ± 2.12 mg AAE/g olduğu bildirilmiştir [19],[20].

V. SONUÇLAR

Elde edilen sonuçlara bakıldığında sarı, mavi ve karışım gruplarının tamamı için en yüksek fenolik

madde miktarını sağlayan çözücü etanol çözücüsü olmuştur. Genel anlamda en düşük fenolik madde miktarını sağlayan çözücü ise aseton çözücüsü olmuştur. Toplam antioksidan kapasiteye bakıldığında karışım ve mavi grupları için en yüksek antioksidan kapasite saf su çözücüsü ile sağlanmıştır. Sarı grubunda ise en yüksek antioksidan kapasite, saf su ile sağlanan miktardan çok farklı olmamakla birlikte, etanol çözücüsü ile sağlanmıştır. Karışım ve mavi grupları için en düşük antioksidan kapasite miktarı aseton çözücüsü ile elde edilirken sarı grubunda ise metanol çözücüsü ile elde edilmiştir. Haşhaş tohumlarının yağlarındaki fenolik bileşiklerin içeriği antioksidan aktivitelerini de etkilemektedir. Farklı çözücülerle farklı ekstraksiyon verimleri elde edilebilmesiyle toplam fenolik ve antioksidan aktivitenin yanında ve tohum yağı içeriklerinin de ifade edilebilmesi mümkündür.

KAYNAKLAR

- [1] Deveci, H. A., Gökhan, N. U. R., Ali Kırpık, M., Harmankaya, A., and Yıldız, Y. (2016). Fenolik bileşik içeren bitkisel antioksidanlar. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 26-32.
- [2] Çelik, S. A., and Ayran, İ. (2020). Antioksidan Kaynağı Olarak Bazı Tıbbi Ve Aromatik Bitkiler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 13(2), 115-125.
- [3] Karabulut, H., and Gülay, M. Ş. (2016). Antioksidanlar. *Veterinary Journal of Mehmet Akif Ersoy University*, 1(1), 65-76.
- [4] Kolaç, T., Gürbüz, P., and Yetiş, G. (2017). Doğal ürünlerin fenolik içeriği ve antioksidan özellikleri. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, 5(1), 26-42.
- [5] Karak, P. (2019). Biological activities of flavonoids: an overview. *Int. J. Pharm. Sci. Res*, 10(4), 1567-1574.
- [6] Rahimi, A., Arslan, N., Rezaeieh, K. A. P., and Gurbuz, B. (2015). Variation in fatty acid composition of four Turkish registered poppy (*Papaver somniferum* L.) seeds in two locations (Ankara and Boldavin) of Turkey. *European Online Journal of Natural and Social Sciences*, 4(1), 183.
- [7] Dittbrenner, A., Mock, H. P., Börner, A., and Lohwasser, U. (2012). Variability of alkaloid content in *Papaver somniferum* L. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 82(2), 103-107.
- [8] Dąbrowski, G., Czaplicki, S., and Konopka, I. (2020). Composition and quality of poppy (*Papaver somniferum* L.) seed oil depending on the extraction method. *LWT*, 134, 110167.
- [9] Gökhan, İ. P. E. K., and Arslan, N. (2012). Gıda Maddesi Olarak Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) Tohumunun

- Değerlendirilmesi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (2), 99-101.
- [10] Singleton, V.L. & Rossi, J.A. "Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents". *Am. J. Enol. Viticul.*, 16(3):144–158, 1965.
- [11] Miller N.J., Diplock A.T. & Rice-Evans C.A. "Evaluation of the Total Antioxidant Activity as a Marker of the Deterioration of Apple Juice on Storage". *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43 (7), 1794-1801, 1995.
- [12] Bozan, B. and Temelli, F. (2008). Chemical composition and oxidative stability of flax, safflower and poppy seed and seed oils. *Bioresource Technology*, 99: 6354-6359.
- [13] Tovar, M.J., Motilva, M.J. and Romero, M.P. (2001). Changes in the phenolic composition of virgin olive from young trees (*Olea europaea* L. cv. Arbequina) grown under linear irrigation strategies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (11): 5502-5508.
- [14] Abudak, M. (2014). FARKLI RENKLERDEKİ HAŞHAŞ (*Papaver somniferum* L.) TOHUMLARININ YAĞ ASİDİ DAĞILIMININ VE BAZI BİYOAKTİF BİLEŞENLERİNİN BELİRLENMESİ. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon.
- [15] Fruhwirth, G.O., El-Toukhy, R., Hermetter, A., Wagner, F.S. and Wenzl, T. (2003). Fluorescence screening of antioxidant capacity in pumpkin seed oils and other natural oils. *European Journal Lipid Science Technology*, 105: 266-274.
- [16] Gevenkiriş, A. (2011). Türk Menşeyli Haşhaş Tohumundaki Morfin Ve Toplam Fenolik İçeriğine Bakılması. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [17] Abdul Rasheed Md, Veenavani Marka, and Pameela Devi Yalavarthy. (2013). A Study on Antioxidant Activity of Some Commonly Used Spices in India. *International Journal of Life Sciences Biotechnology and Pharma Research*, Vol. 2, No. 4, pp. 145-150, October 2013.
- [18] Samshuddin, S. et al. (2015). Determination of total phenolic content and total antioxidant activity in locally consumed food stuffs in Moodbidri, Karnataka, India. *Advances in Applied Science Research*, 6(6), 99–102.
- [19] Ishtiaque, S., Khan, N., Siddiqui, M.A., Siddiqui, R., Naz, S. (2013). Antioxidant potential of the extracts, fractions and oils derived from oilseeds. *Antioxidants*, 2(4): 246-256.
- [20] Kamath, S.D., Arunkumar, D., Avinash, N.G., Samshuddin, S. (2015). Determination of total phenolic content and total antioxidant activity in locally consumed food stuffs in Moodbidri, Karnataka, India. *Adv Appl Sci Res*, 6(6): 99-102.